

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3927846 A1**

⑤1 Int. Cl. 5:
G01B 11/26
G 01 P 3/36
G 01 D 5/26

②1 Aktenzeichen: P 39 27 846.8
②2 Anmeldetag: 23. 8. 89
④3 Offenlegungstag: 1. 3. 90

DE 3927846 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
24.08.88 JP 210127/88

⑦1 Anmelder:
Ricoh Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP; Kobayashi, Hiroshi,
Prof., Kodaira, Tokio/Tokyo, JP; Machida, Haruhiko,
Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:
Schwabe, H., Dipl.-Ing.; Sandmair, K., Dipl.-Chem.
Dr.jur. Dr.rer.nat.; Marx, L., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦2 Erfinder:
Kobayashi, Hiroshi, Prof., Kodaira, Tokio/Tokyo, JP;
Machida, Haruhiko, Shinjuku, Tokio/Tokyo, JP;
Akedo, Jun, Tokio/Tokyo, JP; Funato, Hiroyoshi,
Chigasaki, Kanagawa, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Meßverfahren und Meßeinrichtung zum Messen einer Drehgröße eines Gegenstandes

Bei einem Drehgrößen-Meßverfahren und mit Hilfe von Drehgrößen-Meßeinrichtungen wird eine Drehgröße eines Gegenstands bzw. Gegenstandskörpers gemessen. Die Drehgröße wird dadurch gemessen, daß mit Licht von einer Lichtquelle ein Beugungsgittermuster bestrahlt wird, welches auf einer Umfangsfläche eines zylindrischen Körpers ausgebildet ist, welche sich zusammen mit dem Gegenstand dreht, und es wird ein Schattenbildmuster festgestellt, welches durch ein von dem Beugungsgittermuster erhaltenes, reflektiertes Licht aufgrund einer durch das Beugungsmuster hervorgerufenen Beugung erzeugt wird, und die Drehgröße des Gegenstands wird basierend auf einer Bewegung des Schattenbildmusters gemessen, wenn sich der Gegenstand dreht.

DE 3927846 A1

Die Erfindung betrifft ein Meßverfahren und eine Meßeinrichtung zum Messen einer Drehgröße eines Gegenstandes oder eines Körpers, und betrifft insbesondere ein Meßverfahren und eine Meßeinrichtung zum Messen einer Drehgröße eines beliebigen Rotationskörpers, welche bei verschiedenen Dreh- bzw. Rotationscodiereinrichtungen anwendbar sind.

Ein Verfahren zum Messen einer Drehgröße eines Gegenstandes oder Körpers ist ein herkömmliches Verfahren, bei welchem ein Beugungsgitter auf einem Umfangsteil eines scheibenförmigen Dreh- oder Rotationskörpers als ein Codiermuster ausgebildet wird, und der Rotationskörper an dem Gegenstand befestigt wird, so daß sich der Rotationskörper zusammen mit dem Gegenstand als Einheit dreht. Bei diesem herkömmlichen Verfahren wird die Drehgröße des Gegenstandes dadurch gemessen, daß eine Bewegung des Codiermusters optisch festgestellt wird. Dieses herkömmliche Verfahren ist beispielsweise vorgeschlagen in "The Use of Optical Parts and Consideration to be Given", Optronics Company, 1985.

Bei dem vorstehend beschriebenen, herkömmlichen Verfahren treten jedoch die folgenden Schwierigkeiten auf. Erstens wird eine Meßvorrichtung, welche das herkömmliche Verfahren benutzt, sperrig, da der Rotationskörper, welcher an dem Gegenstand befestigt ist, Scheibenform hat. Zweitens wird die Musterbildung des Beugungsgitters auf dem Rotationskörper durch eine Photolithographie gebildet; hierbei ist es jedoch lästig, zur Musterbildung eine große Anzahl Schritte durchzuführen, welche für die Erzeugung des Beugungsgitters erforderlich sind. Drittens muß, wenn ein Gitterabstand des Beugungsgitters auf ein Mikron oder weniger eingestellt wird, um eine hohe Auflösung zu erhalten, beispielsweise die Musterbildung über einer großen Fläche durchgeführt werden, wodurch es schwierig wird, die Meßgenauigkeit zu verbessern.

Gemäß der Erfindung sollen daher ein Drehgrößen-Meßverfahren und eine Drehgrößen-Meßeinrichtung geschaffen werden, bei welchen die vorstehend beschriebenen Schwierigkeiten beseitigt sind, und es sollen insbesondere ein Drehgrößen-Meßverfahren und eine Drehgrößen-Meßeinrichtung geschaffen werden, bei welchen keine sperrige Meßeinrichtung erforderlich ist und mit welchen eine hochgenaue Messung durchgeführt werden kann.

Gemäß der Erfindung ist dies bei einem Meßverfahren zum Messen einer Drehgröße eines Gegenstands durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 erreicht. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 9. Bei dem erfindungsgemäßen Drehgrößen-Meßverfahren kann die Dreh- oder Rotationsgröße des Gegenstandes mit einer hohen Genauigkeit gemessen werden, da das Schattenbild-Muster, welches festgestellt wird, im Vergleich zu dem Beugungsgitter vergrößert ist.

Gemäß der Erfindung ist dies bei einer Meßeinrichtung zum Messen einer Drehgröße eines Gegenstandes durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 10 erreicht. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche 11 bis 18. Mit dieser erfindungsgemäßen Drehgrößen-Meßeinrichtung kann verhindert werden, daß die Meßeinrichtung sperrig wird, da das Beugungsgitter auf einem zylindrischen Körper ausgebildet ist.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von bevor-

zugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im einzelnen erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines Gegenstandes, anhand welchem eine erste Ausführungsform einer Drehgrößen-Meßeinrichtung gemäß der Erfindung erläutert wird;

Fig. 2 eine Seitenansicht des in Fig. 1 dargestellten Gegenstandes;

Fig. 3 ein Diagramm zum Erläutern der Ausbildung eines Schattenbildmusters;

Fig. 4 und 5 Diagramme, anhand welchen ein Verfahren zum Ausbilden eines magnetischen Musters auf einem zylindrischen Körper erläutert wird;

Fig. 6 und 7 Diagramme, anhand welcher ein weiteres Verfahren zum Ausbilden eines Magnetmusters auf einem zylindrischen Körper erläutert wird;

Fig. 8 eine Seitenansicht eines Gegenstandes, anhand welcher eine zweite Ausführungsform einer Drehgrößen-Meßeinrichtung gemäß der Erfindung erläutert wird, und

Fig. 9 eine perspektivische Darstellung des Gegenstandes, anhand welcher eine dritte Ausführungsform des Drehgrößen-Meßeinrichtung gemäß der Erfindung erläutert wird.

Zuerst wird das Prinzip des Drehgrößen-Meßverfahrens gemäß der Erfindung beschrieben. Gemäß der Erfindung wird ein zylindrischer Körper, welcher coaxial an einem Gegenstand vorgesehen ist und mit diesem eine Einheit bildet, mit Licht bestrahlt, das von einer Lichtquelle abgegeben wird. Das Licht, welches von dem zylindrischen Körper reflektiert wird, wird mittels eines Photosensors, festgestellt, und die Dreh- und Rotationsgröße des Gegenstandes wird unter Zugrundelegung des mittels des Photosensors festgestellten Lichts gemessen.

Ein Beugungsgittermuster wird auf einem Umfangsflächenteil des zylindrischen Körpers ausgebildet. Dieses Beugungsgittermuster wird dadurch erhalten, daß ein magnetisches Muster auf einer magnetischen Aufzeichnungsschicht mit Hilfe eines Magnetkopfes geschrieben wird und das magnetische Muster mittels eines magnetischen Kolloidfluids entwickelt wird. Ein Schattenbildmuster wird mittels des reflektierten Lichts von dem zylindrischen Körper aus unter Zugrundelegung einer durch das Beugungsgittermuster hervorgerufenen Beugung erzeugt und der Photosensor stellt die Bewegung des Schattenbildmusters fest, wenn sich der Gegenstand dreht.

Folglich wird bei dem erfindungsgemäßen Drehgrößen-Meßverfahren das Beugungsgittermuster auf dem Umfangsflächenteil des zylindrischen Körpers als ein Codiermuster erzeugt und der zylindrische Körper ist mit dem Gegenstand starr verbunden, so daß er mit diesem eine Einheit bildet. Mit anderen Worten, eine Drehachse des zylindrischen Körpers fällt mit einer Drehachse des Gegenstandes zusammen. Natürlich kann auch der Gegenstand selbst als der zylindrische Körper verwendet werden. Beispielsweise kann dann, wenn der Gegenstand eine Drehwelle eines Motors ist, die Drehwelle selbst als der zylindrische Körper betrachtet werden. Der Gegenstand kann mechanisch mit einer Drehwelle verbunden sein, und in diesem Fall wird dann die Drehwelle als der zylindrische Körper betrachtet.

Das Beugungsgittermuster, welches auf dem Umfangsflächenteil des zylindrischen Körpers ausgebildet wird, kann mittels verschiedener Methoden erzeugt werden. Beispielsweise kann das Beugungsgittermuster

unmittelbar auf dem zylindrischen Körper selbst ausgebildet werden. Oder es kann beispielsweise ein Streifen-Beugungsgittermuster im voraus auf einem bandförmigen Teil ausgebildet werden, und das Beugungsgittermuster kann auf dem zylindrischen Körper dadurch ausgebildet werden, daß das bandförmige Teil um den Umfangsflächenteil des zylindrischen Körpers gewickelt wird. Natürlich kann auch ein Hohlzylinder als der zylindrische Körper verwendet werden. In diesem Fall ist der Hohlzylinder fest an der Drehwelle angebracht.

Das Beugungsgittermuster wird erzeugt, indem ein magnetisches Muster auf einer magnetischen Aufzeichnungsschicht mittels eines Magnetkopfes geschrieben wird und das magnetische Muster mit Hilfe eines magnetischen Kolloidfluids entwickelt wird. Das magnetische Kolloidfluid weist ein Eisenoxidpulver auf, das in einem Netzmittel feinst verteilt ist. Das Eisenoxidpulver hat im Vergleich zu dem Abstand des magnetischen Musters eine hinreichend kleine Korngröße, da der Korndurchmesser beispielsweise 100 Å bis 200 Å ist.

Der zylindrische Körper wird mit dem von der Lichtquelle abgegebenen Licht bestrahlt und das Schattenbildmuster wird aufgrund der durch die Beugung an dem Beugungsgittermuster hervorgerufenen Beugung durch das von dem zylindrischen Körper reflektierte Licht erzeugt. Da das Schattenbildmuster infolge der Beugungserscheinung erzeugt wird, muß die Lichtquelle kohärentes Licht abgeben. Beispielsweise können verschiedene Gaslaser, Festkörperlaser, Halbleiterlaser und lichtemittierende Dioden (LED's), welche ein kohärentes Licht abgeben, als Lichtquelle verwendet werden.

Das Schattenbildmuster ist ein Beugungsmuster, welches aufgrund der Beugung erzeugt wird, welche durch das Beugungsgittermuster hervorgerufen wird, und entspricht dem Beugungsgittermuster. Das Schattenbildmuster enthält ein Schattenbildmuster, welches durch Licht von einer punktförmigen Lichtquelle erzeugt wird, und ein Schattenbildmuster, welches von einer Lichtquelle endlicher Größe erzeugt wird. Mit dem Ausdruck punktförmige Lichtquelle ist eine Lichtquelle bezeichnet, deren Größe im Vergleich zu dem Abstand des Beugungsgittermusters vernachlässigbar ist, während mit dem Ausdruck Lichtquelle endlicher Größe eine Lichtquelle bezeichnet ist, deren Größe im Vergleich zu dem Abstand des Beugungsgittermusters nicht vernachlässigbar ist. Beispielsweise kann die punktförmige Lichtquelle eine bekannte Pin-hole-Laserdiode sein, welche eine auf einer lichtemittierenden Endfläche eines Halbleiterlasers vorgesehene Stoppschicht und ein in der Stoppschicht vorgesehenes Pin-hole hat. Ferner kann beispielsweise die punktförmige Lichtquelle ein Halbleiterlaser sein, welcher eine kurze Seite eines lichtemittierenden Teils aufweist, der parallel zu der Richtung angeordnet ist, in welcher die Gitter des Beugungsgittermusters ausgerichtet sind. Als ein Beispiel für eine Lichtquelle endlicher Größe kann ein Halbleiter-Laser angeführt werden, welcher eine längere Seite eines lichtemittierenden Teils hat, welcher parallel zu der Richtung angeordnet ist, in welcher die Gitter des Beugungsgittermusters ausgerichtet sind.

Die vorliegende Erfindung ist folglich durch die folgenden beiden Merkmale gekennzeichnet. Erstens ist die Erfindung durch die Eigenart des Beugungsgittermusters gekennzeichnet, welches auf dem Umfangsflächenteil des zylindrischen Körpers ausgebildet ist. Zweitens ist die Erfindung durch die Verwendung des Schattenbildmusters gekennzeichnet.

Wie vorstehend bereits beschrieben, wird das Beugungsgittermuster dadurch erhalten, daß das magnetische Muster auf der magnetischen Aufzeichnungsschicht mittels des Magnetkopfes geschrieben wird und das magnetische Muster mit Hilfe des magnetischen Kolloidfluids entwickelt wird. Das magnetische Muster wird durch die Ausrichtung der Domänen erzeugt. Aus diesem Grund werden, wenn das Magnetmuster durch das magnetische Kolloidfluid entwickelt wird und die Korngröße der Eisenoxidpartikel im Vergleich zu dem Abstand der Ausrichtung des magnetischen Musters hinreichend klein ist, die Eisenoxidpartikel an den Rändern der Domänen konzentriert und bilden ein Muster mit einem Abstand, welcher identisch demjenigen des magnetischen Musters ist. Dieses Muster aus den Eisenoxidpartikeln wird als das Beugungsgittermuster verwendet. Wenn das Beugungsgittermuster nach dem vorstehend beschriebenen Verfahren erzeugt wird, kann ein Beugungsgittermuster mit extrem feinen Abständen gebildet werden.

Wie oben beschrieben ist das Schattenbildmuster eine Art Beugungsmuster. Das Schattenbildmuster, welches mit Hilfe des Lichts von der punktförmigen Lichtquelle erzeugt worden ist, ist in einer offengelegten japanischen Patentanmeldung 63-47 616 vorgeschlagen. Wenn das Schattenbildmuster mit Hilfe des von der punktförmigen Lichtquelle ausgehenden Lichts erzeugt wird, müssen ein Abstand A zwischen der Lichtquelle und dem Beugungsgittermuster und ein Abstand B zwischen dem Beugungsgittermuster und einer Stelle, an welcher das Schattenbildmuster erzeugt wird, einer vorherbestimmten Beziehung genügen, wie sie in der offengelegten japanischen Patentanmeldung 63-47 616 beschrieben ist. Daher muß auch, wenn das Schattenbildmuster mit Hilfe des Lichts von der punktförmigen Lichtquelle gemäß der Erfindung erzeugt wird, der Abstand zwischen der Lichtquelle und dem Beugungsgittermuster und der Abstand zwischen dem Beugungsgittermuster und der Stelle, an welcher das Schattenbildmuster erzeugt wird, einer vorherbestimmten Beziehung genügen, und der Photosensor muß an der Stelle angeordnet werden, an welcher das Schattenbildmuster erzeugt wird.

Wenn dagegen das Schattenbildmuster mit Hilfe der Lichtquelle erzeugt wird, welche eine endliche Größe hat, entspricht das erzeugte Schattenbildmuster vollkommen dem Beugungsgittermuster. Mit anderen Worten, wenn der Abstand zwischen der Lichtquelle und dem Beugungsgittermuster mit A bezeichnet ist und der Abstand zwischen dem Beugungsgittermuster und der Stelle des Schattenbildmusters mit B bezeichnet wird, wird das Schattenbildmuster unabhängig von den Abständen A und B erzeugt, und die folgende Beziehung (1) gilt, wenn mit PG der Abstand des Beugungsgittermusters und mit P der Abstand des Schattenbildmusters bezeichnet ist:

$$P/PG = (A + B)/A \quad (1).$$

Wenn das Schattenbildmuster verwendet wird, wird das Beugungsgittermuster im allgemeinen größer und von dem Photosensor festgestellt. Aus diesem Grund kann eine genaue Messung durchgeführt werden, selbst wenn der Abstand des Beugungsgitters auf einen extrem kleinen Wert eingestellt wird, und es ist eine hochgenaue Messung der Dreh- oder Rotationsgröße möglich.

Wenn sich das Beugungsgittermuster bewegt, macht

das Schattenbildmuster eine ähnliche Bewegung, welche bezüglich der Bewegung des Beugungsgittermusters vergrößert ist. Wenn folglich die Bewegung des Schattenbildmusters mittels des Photosensors festgestellt wird, kann die Drehgröße des zylindrischen Körpers und folglich die Drehgröße des Gegenstands genau festgestellt werden.

Um ein scharfes Schattenbildmuster mit Hilfe der Lichtquelle zu erzeugen, welche eine endliche Größe hat, muß der folgenden Beziehung (2) zwischen dem Abstand PG des Beugungsgittermusters und einer Größe der Lichtquelle entlang einer Richtung parallel zu der Richtung, in welcher die Gitter der Beugungsgittermuster angeordnet sind, genügt sein:

$$(1/10) \leq (d/PG) \leq 2 \quad (2)$$

Nunmehr wird eine erste Ausführungsform der Drehgrößen-Meßeinrichtung gemäß der Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 1 bis 3 beschrieben. In Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform einer Drehgrößen-Meßeinrichtung gemäß der Erfindung dargestellt, bei welcher die erste Ausführungsform des Drehgrößen-Meßverfahrens benutzt ist. In dieser Ausführungsform wird die Erfindung für einen Fall angewendet, bei welchem eine Dreh- oder Rotationsgröße einer Drehwelle 2 eines Motors 1 zu messen ist. Mit anderen Worten, die Drehwelle 2 ist der Gegenstandskörper. Da die Drehwelle 2 selbst eine zylindrische Form hat, wird die Drehwelle 2 selbst als ein zylindrischer Körper verwendet, und ein Beugungsgittermuster 3 wird direkt auf einem Umfangsflächenteil der Drehwelle 2 ausgebildet. Gitter des Beugungsgittermusters 3 sind in einer Drehrichtung A 1 der Drehwelle 2 ausgerichtet.

In Fig. 1 ist ein Halbleiterlaser als Lichtquelle verwendet, und das Beugungsgittermuster wird mit einem von dem Halbleiterlaser 4 abgegebenen Laserstrahl bestrahlt. Der Laserstrahl wird durch das Beugungsgittermuster 3 reflektiert und von einem Photosensor 5 empfangen. In dieser Ausführungsform ist der Halbleiterlaser 4 so angeordnet, daß eine längere Seite eines lichtemittierenden Teils des Halbleiterlasers 4 parallel zu einer Richtung verläuft, in welcher die Gitter des Beugungsgittermusters 3 ausgebildet sind. Außerdem hat der Halbleiterlaser 4 eine endliche Größe bezüglich des Abstandes des Beugungsgittermusters 3. Folglich gilt die vorstehend angeführte Beziehung (2) zwischen dem Beugungsgittermuster 3 und dem Halbleiterlaser 4.

In Fig. 2 ist die in Fig. 1 dargestellte Drehwelle 2 in einer Vorderansicht dargestellt. Ein von dem Halbleiterlaser 4 abgegebenes, divergierendes Licht bestrahlt den Teil der Drehwelle 2, welcher mit dem Beugungsgittermuster 3 versehen ist. Das Beugungsgittermuster 3 weist "Amplitudengitter" (amplitude gratings) auf, und das Reflexionsvermögen wechselt zwischen hohen und niedrigen Werten. Ein Strahlenbündel, das durch die Reflexion an dem Beugungsgittermuster 3 der Drehwelle 2 erhalten worden ist, breitet sich infolge der konkav-konvexen Reflexionsoberfläche mit zunehmender Divergenz aus. Der Photosensor 5 ist in einem Bereich angeordnet, in welchem das reflektierte Licht abgefangen wird, das von dem Beugungsgittermuster 3 der Drehwelle 2 aufgenommen worden ist. In dieser Ausführungsform ist der Photosensor 5 an einer Stelle angeordnet, welche eine optische Achse 7 des reflektierten Lichts nicht trifft, welches von dem Beugungsgittermuster 3 der Drehwelle 2 empfangen wird. Die optische Achse 7 entspricht einem Lichtweg eines reflektierten

Lichts, welches von einem Licht ausgeht, welches mit einer optischen Achse des Halbleiterlasers 4 zusammenfällt.

In Fig. 3 ist ein Schattenbildmuster 6 dargestellt, welches mittels des Beugungsgittermusters 3 erzeugt wird. Eine Lichtintensitätsaufteilung des Schattenbildmusters 6 entspricht dem Beugungsgittermuster 3. Das Schattenbildmuster 6 ist im Vergleich zu dem Beugungsgittermuster 3 vergrößert, wie aus der vorstehend beschriebenen Beziehung (1) verständlich wird; jedoch ist das Schattenbildmuster 6 in dieser Ausführungsform im Vergleich zu dem Beugungsgittermuster 3 infolge der konkav-konvexen reflektierenden Oberfläche des Beugungsgittermusters 3 noch weiter vergrößert.

In der Lichtintensitäts-Verteilung des Schattenbildmusters 6 nehmen die Lichtintensitätswiederholungen entsprechend dem Abstand des Beugungsgittermusters 3 zu und ab. In der Nähe der optischen Achse 7 ist die Lichtintensität des Schattenbildmusters 6 selbst in einem Bereich, in welchen die Lichtintensität schwach ist, beachtlich groß. Andererseits ist in einem Bereich, welcher von der optischen Achse 7 entfernt liegt, die Lichtintensität des Schattenbildmusters 6 in einem Bereich, in welchem die Lichtintensität schwach ist, annähernd null. Folglich ist der Kontrast des Schattenbildmusters 6 in dem Bereich höher, welcher von der optischen Achse 7 entfernt liegt. In dieser Ausführungsform ist der Photosensor 5 an einer Stelle angeordnet, an welcher der Kontrast des Schattenbildmusters 6 hoch ist, so daß die Bewegung des Schattenbildmusters 6 bequem festgestellt werden kann. Natürlich kann auch die Bewegung des Schattenbildmusters 6 festgestellt werden, wenn der Photosensor 5 an einer Stelle auf der optischen Achse 7 oder in der Nähe der optischen Achse 7 angeordnet ist, und es ist nicht wesentlich, daß der Photosensor 5 an einer Stelle angeordnet ist, welche von der optischen Achse 7 entfernt liegt.

Wenn die Drehwelle 2 sich in der Richtung A 1 in Fig. 3 dreht, führt das Schattenbildmuster 6 eine entsprechende Bewegung in einer Richtung B 1 aus. Diese Bewegung des Schattenbildmusters 6 wird mittels des Photosensors 5 festgestellt, um so ein Codiersignal zu erhalten, welches von einem Drehwinkel der Drehwelle 2 abhängt.

Als nächstes werden Verfahren zur Ausbildung des Beugungsgittermusters 3 auf der Drehwelle 2 beschrieben. In Fig. 4 ist eine magnetische Aufzeichnungsschicht 8 auf einer Umfangsfläche der Drehwelle 2 ausgebildet, welche aus einem Metall, wie Aluminium (Al), Eisen (Fe) und Nickel (Ni) hergestellt ist. Die magnetische Aufzeichnungsschicht 8 ist aus einem magnetischen Material, wie Eisen(III)-Oxid (Fe_2O_3) hergestellt. Die magnetische Aufzeichnungsschicht 8 ist in einer Dicke in der Größenordnung von einigen 1000 Å durch ein Aufdampfen, ein Sputtern, eine galvanische Metallabscheidung u. ä. ausgebildet.

Ein Magnetkopf 6 liegt an der magnetischen Aufzeichnungsschicht 8 an, und ein Signal 10 mit einer konstanten Frequenz wird an den Magnetkopf 9 angelegt, während sich die Drehwelle 2 mit einer konstanten Drehzahl mit hoher Genauigkeit dreht. Folglich wird dann ein magnetisches Muster durch die Ausrichtung der Domänen ausgebildet, in welchen die in der gleichen Ebene liegende, magnetische Richtung, wie dargestellt, abwechselnd umgekehrt ist. Nachdem das magnetische Muster auf der ganzen Umfangsfläche eines vorgesehenen Teils der Drehwelle 2 ausgebildet ist, wird die Drehwelle 2 in ein magnetisches Kolloidfluid getaucht. Das

magnetische Kolloidfluid weist Eisen(III)-Oxid-Partikel 11 mit einem Korndurchmesser in der Größenordnung von 100 Å bis 200 Å auf. Wie in Fig. 5 dargestellt, konzentrieren sich die Eisen(III)-Oxid-Partikel 11 an den Randteilen der Domänen in dem magnetischen Muster und bilden ein Muster mit Abständen, welche mit denjenigen des magnetischen Musters identisch sind. Mit anderen Worten, das magnetische Muster ist durch das magnetische Kolloidfluid gebildet.

Folglich kann das erforderliche Beugungsgittermuster 3 durch Festlegen des magnetischen Musters auf der Umfangsfläche der Drehwelle 2 mit einem entsprechenden Verfahren erzeugt werden. Beispielsweise kann das magnetische Muster auf der Drehwelle 3 durch Ausbilden einer (nicht dargestellten) Kunstharzschicht auf dem magnetischen Muster festgelegt werden. In diesem Fall wirkt die Kunstharzschicht auch als eine Schutzschicht zum Schutz des Beugungsgittermusters 3.

In Fig. 6 ist eine senkrechte magnetische Aufzeichnungsschicht 12 auf der Umfangsfläche der Drehwelle 2 ausgebildet. Die senkrechte magnetische Aufzeichnungsschicht 2 ist aus Kobalt (Co), Barium (Ba), Ferrit, einer Tb-Fe Legierung u. ä. hergestellt.

Ein senkrechter Magnetkopf 13 liegt an der senkrechten magnetischen Aufzeichnungsschicht 12 an, und ein Signal 30 mit einer konstanten Frequenz wird an den senkrechten Magnetkopf 13 angelegt, während sich die Drehwelle 2 mit einer konstanten Drehzahl mit hoher Genauigkeit dreht. Folglich wird ein Magnetmuster durch die Ausrichtung der Domänen erzeugt, in welchen die magnetische Richtung entlang einer Richtung senkrecht zu der Oberfläche der senkrechten magnetischen Aufzeichnungsschicht 12, wie dargestellt, abwechselnd umgekehrt ist. Nachdem das magnetische Muster auf der ganzen Umfangsfläche eines bestimmten Teils der Drehwelle 2 ausgebildet ist, wird die Drehwelle 2 in ein magnetisches Kolloidfluid getaucht, welches dem vorstehend beschriebenen Kolloidfluid ähnlich ist. Wie in Fig. 7 dargestellt, konzentrieren sich die Eisen(III)-Oxid-Partikel 11 an den Randteilen der Domäne in der magnetischen Schicht und bilden ein Muster mit einem Abstand, welches mit demjenigen des magnetischen Musters identisch ist. Mit anderen Worten, das magnetische Muster wird durch das magnetische Kolloidfluid entwickelt.

Das erforderliche Beugungsgittermuster 3 kann durch Festlegen des magnetischen Musters auf der Umfangsfläche der Drehwelle 2 durch ein entsprechendes Verfahren erzeugt werden. Entsprechend dem zuletzt beschriebenen Verfahren kann das Beugungsgittermuster 3 im Vergleich zu dem Verfahren, bei welchem die in der Ebene liegende magnetische Aufzeichnung verwendet ist, mit einer hohen Auflösung erzeugt werden, da bei dem zuletzt beschriebenen Verfahren die senkrechte magnetische Aufzeichnung angewendet ist. Beispielsweise kann der Abstand der Gitter des Beugungsgittermusters 3 bei dem zuletzt beschriebenen Verfahren 0,1 Mikron betragen.

Es kann auch eine leichte magnetische Schicht zwischen der senkrechten magnetischen Aufzeichnungsschicht 12 und der Drehwelle 2 vorgesehen sein. Die weiche magnetische Schicht kann aus Permalloy, einer Ni-Zn-Legierung, Ferrit u. ä. hergestellt sein. Durch das Vorsehen einer derartigen weichen magnetischen Schicht wird das Schreiben des magnetischen Musters mittels des Magnetkopfs 13 erleichtert, und das magnetische Muster kann mit einer hohen Dichte ausgebildet werden.

Als nächstes wird eine zweite Ausführungsform einer Drehgrößen-Meßeinrichtung anhand von Fig. 8 beschrieben, wobei eine zweite Ausführungsform des Drehgrößen-Meßverfahrens gemäß der Erfindung angewendet ist. In Fig. 8 sind die Teile, welche im wesentlichen die gleichen wie die entsprechenden Teile in Fig. 1 bis 3 sind, mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, und werden nicht noch einmal beschrieben.

In dieser Ausführungsform ist der von dem Halbleiterlaser 4 abgegebene Laserstrahl durch eine Kollimatorlinse in Form von parallelen Strahlen ausgebildet, so daß durch die parallelen Strahlen das Beugungsgittermuster 3 auf der Drehwelle 2 bestrahlt wird. Der Photosensor 5 ist an einer entsprechenden Stelle angeordnet, um von dem Beugungsgittermuster 3 der Drehwelle empfangenes Licht aufzunehmen und ein Codiersignal abzugeben. Obwohl die beleuchtenden Strahlen parallele Strahlen sind, divergiert das reflektierte Licht 15 infolge der konkav-konvexen Reflexionsoberfläche des Beugungsgittermusters. Aus diesem Grund bildet die Lichtintensitätsverteilung des reflektierten Lichts 15 das Schattenbildmuster. Folglich kann die Dreh- oder Rotationsgröße der Drehwelle 2 ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform gemessen werden.

Als nächstes wird eine dritte Ausführungsform einer Drehgrößen-Meßeinrichtung anhand von Fig. 9 beschrieben, wobei eine dritte Ausführungsform des Drehgrößen-Meßverfahrens gemäß der Erfindung angewendet ist. In Fig. 9 sind die Teile, welche im wesentlichen die gleichen wie die entsprechenden Teile in Fig. 1 bis 3 sind, mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, und werden nicht noch einmal beschrieben.

In der bisher beschriebenen Ausführungsform ist die Erfindung bei einem Inkrementalcodierer angewendet. Bei der dritten Ausführungsform ist die Erfindung jedoch bei einem Absolutcodierer angewendet.

Eine Anzahl codierter Beugungsgittermuster 3-1 bis 3-4 sind auf dem Umfangsflächenteil der Drehwelle 2 ausgebildet, um so eine absolute Drehposition der Drehwelle 2 festzustellen. Eine Anzahl Lichtquellen 4-1 bis 4-4 sind entsprechend den codierten Beugungsgittermustern 3-1 bis 3-4 vorgesehen. Beispielsweise werden Halbleiterlaser als Lichtquellen 4-1 bis 4-4 verwendet. Die entsprechenden codierten Beugungsgittermuster 3-1 bis 3-4 werden mit Lichtstrahlen bestrahlt, welche von den Lichtquellen 4-1 bis 4-4 abgegeben worden sind. Bewegungen von Schattenbildermustern, welche durch reflektiertes Licht erzeugt werden, das von den codierten Beugungsgittermustern 3-1 bis 3-4 empfangen worden ist, werden durch entsprechende Photosensoren 5-1 bis 5-5 festgestellt. Mit dieser Ausführungsform kann ein Absolutcodierer, welcher die absolute Drehstellung des Gegenstands des Körpers feststellen kann, durch eine kompakte Maßeinrichtung realisiert werden. Obwohl der Gegenstand in den beschriebenen Ausführungsformen die Drehwelle 2 ist, ist der Gegenstandskörper nicht auf eine derartige Welle beschränkt, sondern kann irgendein Drehkörper sein, welcher sich dreht.

Patentansprüche

1. Meßverfahren zum Messen einer Drehgröße eines Gegenstandes, dadurch gekennzeichnet, daß mit Licht von einer Lichtquelle (4, 4-1 bis 4-4) zumindest ein Beugungsgittermuster (3, 3-1 bis 3-4) bestrahlt wird, welches auf einer Umfangsfläche eines zylindrischen Körpers (2) ausgebildet ist, wel-

cher sich zusammen mit dem Gegenstand dreht, daß ein Schattenbildmuster (6) festgestellt wird, welches durch ein von dem Beugungsgittermuster erhaltenes, reflektiertes Licht aufgrund einer durch das Beugungsgittermuster hervorgerufenen Beugung erzeugt wird, und daß die Drehgröße des Gegenstandes aufgrund einer Bewegung des Schattenbildmusters gemessen wird, wenn sich der Gegenstand dreht.

2. Meßverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zylindrische Körper (2) koaxial zu dem Gegenstand (2) vorgesehen und mit diesem eine Einheit bildet.

3. Meßverfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der zylindrische Körper (2) ein Teil des Gegenstands (2) selbst ist.

4. Meßverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Beugungsgittermuster (3, 3-1 bis 3-4) Gitter aufweist, welche in einem vorherbestimmten Abstand ausgebildet sind und in einer Richtung ausgerichtet sind, welche mit einer Drehrichtung (A 1) des zylindrischen Körpers (2) zusammenfällt.

5. Meßverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß beim Bestrahlen kohärentes Licht von der Lichtquelle (4, 4-1 bis 4-4) unmittelbar auf das Beugungsgittermuster (3, 3-1 bis 3-4) gerichtet wird.

6. Meßverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß beim Bestrahlen das Beugungsgittermuster (3, 3-1 bis 3-4) mit parallelen Strahlen bestrahlt wird, welche aus einem von der Lichtquelle (4) abgegebenen Licht gebildet sind.

7. Meßverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der zylindrische Körper (2) eine Anzahl von auf ihm ausgebildeter, codierter Beugungsgittermuster (3-1 bis 3-4) hat, und daß beim Bestrahlen eines der codierten Beugungsgitter mit einer Anzahl Lichtstrahlen bestrahlt wird, welche von einer Anzahl Lichtquellen (4-1 bis 4-4) abgegeben worden sind.

8. Meßverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das reflektierte Licht an einer Stelle festgestellt wird, die außerhalb einer optischen Achse (7) des reflektierten Lichts liegt.

9. Meßverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine magnetische Aufzeichnungsschicht (8, 12) auf einem Umfangsflächenteil des zylindrischen Körpers (2) vorgesehen wird, daß ein magnetisches Muster auf die magnetische Aufzeichnungsschicht geschrieben wird, und daß das magnetische Muster durch ein magnetisches Kolloidfluid entwickelt wird, um das Beugungsgittermuster (3, 3-1, 3-4) auszubilden.

10. Meßeinrichtung zum Messen einer Drehgröße eines Gegenstandes, gekennzeichnet durch einen zylindrischen Körper (2) der sich zusammen mit dem Gegenstand (2) dreht und mit diesem eine Einheit bildet, durch zumindest ein Beugungsgittermuster (3, 3-1, 3-4), das auf einer Umfangsfläche des zylindrischen Körpers ausgebildet ist, durch eine Lichtquellenanordnung (4, 4-1 bis 4-4) zum Abgeben von Licht und um das Beugungsgittermuster mit Licht zu bestrahlen, und durch Detektoreinrichtungen (5, 5-1 bis 5-4) zum Feststellen eines Schattenbildmusters (6), welches durch reflektiertes Licht erzeugt wird, das von dem Beugungsgittermuster aufgrund einer durch das Beugungsgitter-

muster hervorgerufenen Beugung erhalten worden ist, und 7 cm messen der Drehgröße des Gegenstandes aufgrund einer Bewegung des Schattenbildmusters, wenn sich der Gegenstand dreht.

11. Meßeinrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der zylindrische Körper (2) koaxial mit dem Gegenstand (2) verbunden und mit diesem eine Einheit bildet.

12. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der zylindrische Körper (2) ein Teil des Gegenstandskörpers (2) selbst ist.

13. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Beugungsgittermuster (3, 3-1 bis 3-4) Gitter aufweist, welche in einem vorherbestimmten Abstand ausgebildet sind und in einer Richtung ausgerichtet sind, welche mit der Drehrichtung (A 1) des zylindrischen Körpers (2) übereinstimmt.

14. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Lichtquellenanordnung (4, 4-1 bis 4-4) kohärentes Licht direkt auf das Beugungsgittermuster (3, 3-1 bis 3-4) abgibt.

15. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung (16) zum Bestrahlen des Beugungsgittermusters (3) mit parallelen Strahlen vorgesehen ist, welche aus dem von der Lichtquellenanordnung (4) abgegebenen Licht gebildet sind.

16. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der zylindrische Körper (2) eine Anzahl darauf ausgebildet, codierter Beugungsgittermuster (3-1 bis 3-4) hat, und daß die Lichtquellenanordnung (4-1 bis 4-4) ein entsprechendes der codierten Beugungsgittermuster mit einer Anzahl Lichtstrahlen bestrahlt.

17. Meßverfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektoreinrichtung (5) das reflektierte Licht an einer Stelle feststellt, welche nicht einer optischen Achse (7) des reflektierten Lichts entspricht.

18. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Beugungsgittermuster (3, 3-1 bis 3-4) dadurch erzeugt ist, daß eine magnetische Aufzeichnungsschicht (8, 12) auf der Umfangsfläche des zylindrischen Körpers (2) vorgesehen wird, daß ein magnetisches Muster auf die magnetische Aufzeichnungsschicht geschrieben ist, und die magnetische Schicht durch ein Kolloidfluid in das Beugungsgittermuster entwickelt ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

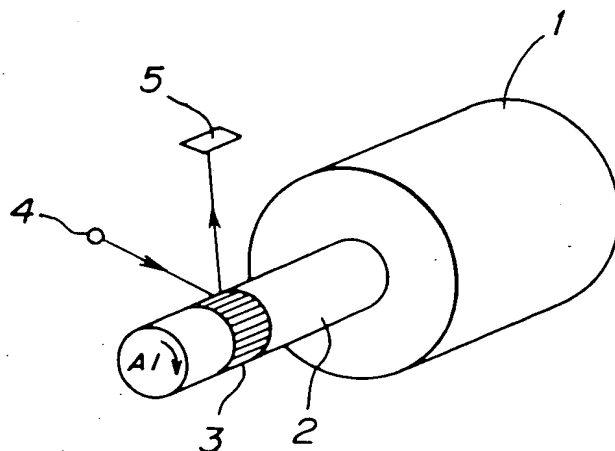


FIG. 3

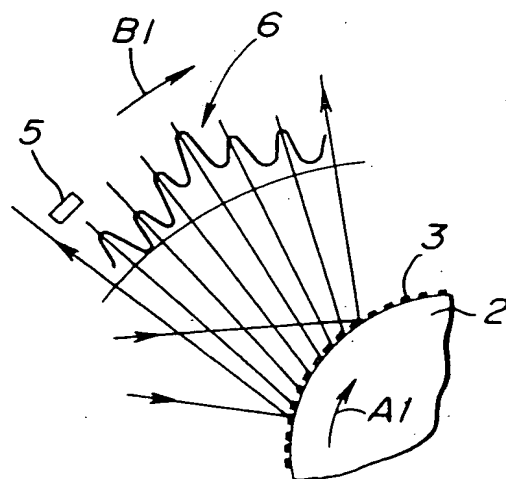


FIG. 2

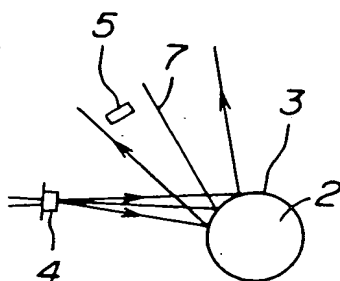


FIG. 4

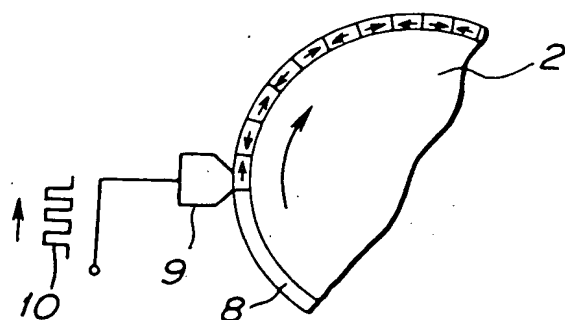


FIG. 5

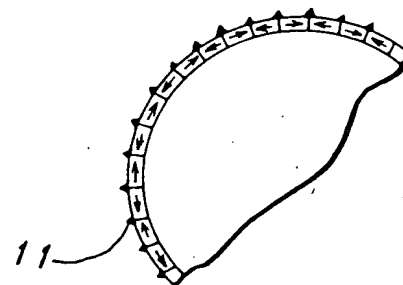


FIG.6

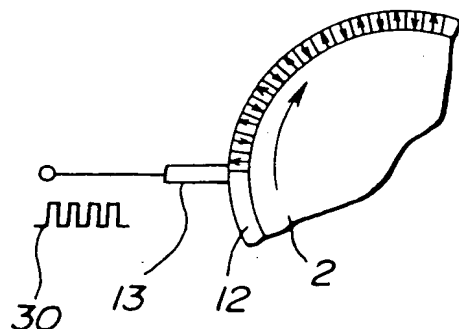


FIG.7

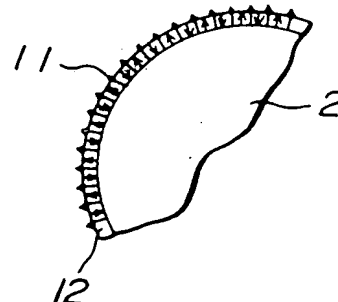


FIG.8

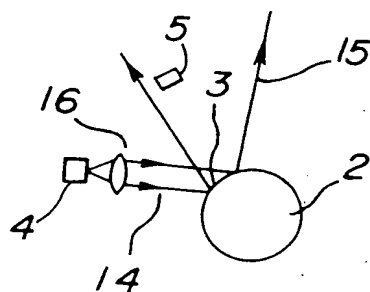


FIG.9

